

SPIS TREŚCI

Wykaz symboli i skrótów.....	7
Przedmowa.....	9
1. Superkondensator jako magazyn energii elektrycznej	12
1.1. Budowa i zasada działania.....	12
1.2. Związek przenikalności elektrycznej ze zjawiskiem relaksacji dielektrycznej	15
2. Dynamika obiektów.....	17
2.1. Opis dynamiki równaniami różniczkowymi całkowitego rzędu	17
2.2. Wybrane problemy modelowania obiektów fizycznych.....	22
2.3. Opis dynamiki równaniami różniczkowymi ułamkowego rzędu	26
2.4. Pakiet FOTF oprogramowania Matlab	32
3. Właściwości i modele superkondensatorów.....	34
3.1. Ogólne właściwości superkondensatorów	35
3.2. Równania relaksacji dielektrycznej	37
3.3. Modele superkondensatora na bazie równań relaksacji dielektrycznej	38
3.4. Charakterystyki częstotliwościowe modeli superkondensatorów	41
4. Identyfikacja parametrów modeli superkondensatorów	50
4.1. Wybór metody identyfikacji.....	50
4.2. Identyfikacja metodą częstotliwościową	51
4.3. Identyfikacja metodą czasową	62
4.3.1. Założenia metody czasowej	62
4.3.2. Widmo impulsu trapezowego w procesie identyfikacji	67
4.3.3. Wyniki identyfikacji metodą czasową.....	73
5. Sprawność energetyczna superkondensatorów.....	81
5.1. Obciążenie mocą superkondensatorów w magazynach energii.....	81
5.2. Badania sprawności energetycznej superkondensatorów na podstawie modelu	82
5.3. Wnioski	87
6. Wybrane problemy zastosowań superkondensatorów w magazynach energii pojazdów elektrycznych.....	89
6.1. Struktury hybrydowych magazynów energii.....	91
6.2. Problemy eksploatacyjne akumulatorów i superkondensatorów w hybrydowych magazynach energii	92
6.3. Efekty zastosowania hybrydowych magazynów energii	97
6.4. Wybrane strategie sterowania mocą w hybrydowych magazynach energii.....	101

6.4.1. Strategia oparta na regułach	102
6.4.2. Badania symulacyjne strategii opartej na regułach	105
6.4.3. Strategie wykorzystujące logikę rozmytą	113
6.4.4. Inne strategie	117
6.5. Weryfikacja modelowania hybrydowych magazynów energii z zastosowaniem modelu fizycznego	118
6.6. Zastosowanie superkondensatorów w systemie zasilania pociągów metra	122
6.7. Zastosowanie superkondensatorów w mikrosieciach energetycznych	124
Podsumowanie	126
Literatura	127
Spis ilustracji	133
Streszczenie, Summary	136